

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ
KATEDRA MECHANICKÉ TECHNOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Pasportizace a energetický audit v rámci dotačního programu
ve výrobní společnosti

Passportization and energy audit under the grant program
in a manufacturing company

Student: Lubomír Vaňura

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.

Ostrava 2020

Zadání práce

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lubomír Vaňura**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 6208T116 Průmyslové inženýrství
Téma: **Pasportizace a energetický audit v rámci dotačního programu ve výrobní společnosti**
Passportisation and Energy Audit under the Grant Program in a Manufacturing Company

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Charakteristika dotačních titulů v energetice
2. Analýza požadavků společnosti
3. Návrh pasportizace budov za účelem zvýšení konkurenceschopnosti
4. Zhodnocení výsledků pro vytvoření energetického auditu

Seznam doporučené odborné literatury:

Hrdlička, F., Dlouhý, T., Kolovratník, M. *Průmyslová energetika*. Praha: Czech Technical University in Prague, 2000. ISBN 80-01-02092-4.
LEE, D., CHENG, Ch., Energy savings by energy management systems: A review. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 56, p.760-777, 2016. ISSN 1364-0321.
ČSN EN 16247-3. *Energetické audity – část 3: Procesy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
BROWN, H. L., HAMLEL, B. B., HEDMAN, B. A. *Energy Analysis of 108 Industrial Processes*. Lilburn: The Fairmont Press, 1996. ISBN 978-08-73247-4.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020

Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry

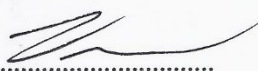


prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 20. 4. 2020

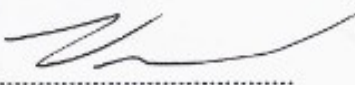


podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 20. 4. 2020



podpis

Jméno a příjmení autora práce: Lubomír Vaňura

Adresa trvalého pobytu autora práce: Vrchlického 932, Hranice 753 01, ČR

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

VAŇURA, Lubomír. *Pasportizace a energetický audit v rámci dotačního programu ve výrobní společnosti*. Ostrava, 2020, 70s. Diplomová práce. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie. Vedoucí práce Prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.

Tato diplomová práce se zabývá pasportizací a energetickým auditem v rámci dotačního programu ve výrobní společnosti. V současné době, kdy se bere v rámci Evropské unie na zřetel ekologický důraz, aby převážně průmyslové zóny a továrny snižovaly emise, které generují při výrobě nebo nevědomky odpadní energii, která je špatně zužitkovaná pro vyšší efektivitu a snížení uhlíkové stopy. Tímto krokem ke zlepšení podmínek nejenže společnosti budou eco-friendly, ale také se výsledná spotřeba energií z dlouhodobého hlediska ukáže v hospodaření společností.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

VAŇURA, Lubomír. *Passportization and energy audit under the grant program in a manufacturing company*. Ostrava, 2020, 70s. Master thesis. VŠB-Ostrava Technical University, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology. Vedoucí práce Prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.

This diploma thesis deals with passportization and energy audit within the subsidy program in a manufacturing company. At present, while taking into account the environmental emphasis within the European Union, predominantly industrial zones and factories reduce emissions that generate or unwittingly generate waste energy that is poorly utilized for efficiency and carbon footprint reduction. With this step to improve conditions, not only will companies be eco-friendly, but also the resulting energy consumption in the long run will be reflected in the company's management.

*eco-friendly= ekologicky přijatelné

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu své diplomové práce panu prof. Ing. Jiřímu Hrubému, CSc. za vstřícný přístup, cenné rady a připomínky. Poděkování patří panu Ing. Jaroslavu Boráňovi, Ph.D. a Jiřímu Peňázovi za umožnění vytvoření DP ve výrobní společnosti. Chtěl bych poděkovat i paní Ing. Lucii Houdkové, Ph. D. z oblasti střediska výzkumu a vývoje za poskytnutí potřebných skutečností a dat pro vyhotovení odborně zaměřené DP. Dále chci poděkovat paní Mgr. Dagmar Gerlové za odbornou pomoc při sestavení DP. Poděkování si zaslouží i moje přítelkyně Iva Tumpachová za morální podporu při sestavování DP.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
Úvod	10
1 Charakteristika dotačních titulů v energetice	11
1.1.1 Úvod do problému	11
1.1.2 Kritéria pro získání dotace z EU [1]	12
2 Analýza požadavků společnosti	13
2.1.1 Profil společnosti XYZ, spol. s r.o.	13
2.1.2 Vytýčené požadavky na rekonstrukci	13
3 Návrh pasportizace budov za účelem zvýšení konkurenceschopnosti	14
3.1.1 Výběrové řízení [2]	14
3.1.2 Sondážní měření haly č.3	15
3.1.3 Realizace měření původní obvodové stěny.....	22
3.1.4 Skladba původní obvodové stěny	22
3.1.5 Výpočet prostupu tepla obálkou budovy [7].....	25
3.1.6 Návrh řešení zateplení haly č.3	27
3.1.7 Volba oken	31
3.1.8 Odběrový stav plynu za rok 2019 pro srovnávací období [35].....	34
3.1.9 Sekční garážová vrata [12].....	36
3.1.10 Osvětlení areálu	40
3.1.11 Hala č.2 + administrativní budova	42
3.1.12 Stávající řešení v hale č.2.....	49
3.1.13 Návrh kogenerační jednotky [18]	52
4 Zhodnocení výsledků pro vytvoření energetického auditu	54
5 Závěr.....	56
Seznam použité literatury	58

Seznam použitých značek a symbolů

A_0	Výpočet měrné plochy v m^2
ČSN	Česká technická norma (značení)
dB	Decibel- intenzita zvuku
EPS	Název pro expandovaný (kuličkový) fasádní polystyren
K	Jednotka termodynamické teploty $0^\circ C = 273,15 K$
K	Koeficient prostupu tepla
K45	Typ označení teplovzdušné plynové jednotky značky ROBUR
Kč/kWh	Cenová hodnota za odběr energie v kilowatt hodině $1 kWh = 10^3 Wh$
Kč/mb	Cena za metr běžný
Kč/MWh	Cenová hodnota za odběr energie v megawatt hodině $1 MWh = 10^6 Wh$
kW	Měrný výkon
kWh	Odběrový přepočet výkonu energie 10^3
LED	Elektroluminiscenční dioda vytvářející světlo
lm	Lumen – jednotka světelného toku (v soustavě SI)
MWh	Odběrový přepočet výkonu energie 10^6
ot/min.	Hodnota otáček za jednotku času (minuta)
Q_{cn}	Hodnota celkové teplotní charakteristiky
Q_z	Tepelná ztráta budovy
R	Značení odporu
R_e	Značka vnějšího odporu
R_i	Značka vnitřního odporu
R_T	Odpor konstrukce
SDS	Systém upínání vrtáků v pneumatických kladivech
SI	Mezinárodní systém měření
t_e	Vnější exteriérová teplota

t_i	Vnitřní interiérová teplota
U	Součinitel prostupu tepla
V_0	Obestavěný prostor v m^3
Λ	Jednotka tepelného odporu

Úvod

Ve své diplomové práci s názvem „Pasportizace a energetický audit v rámci dotačního programu ve výrobní společnosti“ bych se chtěl zabývat možnostmi, co všechno musí splnit žadatel, aby získal kladný posudek od energetického auditora na žádost o dotaci od EU.

Pro firmu XYZ, spol. s r.o. která má zájem o získání dotace na úpravu areálu bývalého JZD, jsem se převážně zabýval pasportizací bývalých zemědělských budov a připravoval jsem podklady pro energetického auditora.

Na základě důkladného prostudování projektových dokumentací a původních plánů budov, dále požadavků na úpravy od investora a také nejdůležitějších priorit pro udělení dotací z EU jsem vypracoval možné řešení energetických úspor. Díky těmto úsporám by firma XYZ, spol. s r.o. byla šetrnější k životnímu prostředí a zároveň by byla ekonomicky konkurenceschopnější.

Dotační žádost obsahuje širokou škálu možností, ve kterých lze uplatnit úsporná opatření a tím pádem získat dotace z EU. Ve své diplomové práci jsem se zaměřil na zateplení haly č.3, včetně výměny oken a vrat. V hale č.2 a v administrativní budově jsem navrhl řešení vytápění, které by bylo ekonomicky výhodnější. Při výpočtech jsem vycházel ze získaných dat od společnosti XYZ, spol. s r.o. a hlavně z podmínek k dotacím z EU.

1 Charakteristika dotačních titulů v energetice

1.1.1 Úvod do problému

Dotační titul sám o sobě je specifický pro zaměření a cíl svého potenciálu. Moje zaměření směřuje do oblasti investic od Evropské unie a má název: Operační program podnikání a inovace pro konkurenceschopnost. Investice jsou prováděny v rozpětí 6-ti let (2014-2020). Jedná se o samotný rozvoj a zlepšování podnikatelského prostředí za účelem udržitelnosti a vyšší hospodárnosti s nakládáním v oblasti energetiky (kogenerační jednotky, peletové kotle, solární ohřevy, solární elektrárny, svítidla, tepelná čerpadla, atd..).

Dotační tituly samy o sobě jsou především směřovány pro lepší rozvoj a inovaci daného regionu. Rozvíjet schopnosti, které by bez financování cizími zdroji nebyly možné, tak dnes fungují stále instituce, které by standardně neměly schopnost ekonomické udržitelnosti.

Dotace sama o sobě přináší mnoho starostí vzhledem k pravidlům, která se musí respektovat po dobu udržitelnosti (doba odpisů). Samotné financování, které se vyplácí po zhotovení projektu a důkladné kontrole, včetně zhodnocení možných ztrátových procent, které nesplňují některá kritéria dotačního balíčku, mohou v konečné fázi koncovému žadateli prodražit plánovanou investici.

Investice se převážně váže na instituce i podniky v soukromém či státním sektoru.

Dotační titul, který zpracovávám, podléhá pasportizaci, která je vázaná na energetický audit, bez kterého by nebyla možnost žádat dotace z EU. Vzhledem k posouzení auditora, který uděluje hodnocení pro získání dotace, musí být jednoznačně znatelná úspora a inovace, která přinese nejen ekonomické, ale taky ekologické přínosy pro společnost.

1.1.2 Kritéria pro získání dotace z EU [1]

Zahajovací období vyhlášení výzvy započalo 16.7.2019, kdy sběr přihlášek začal 16.9.2019 a bude ukončen 30.4.2020.

Výše poskytnuté dotace je v rozsahu od 500 tis. Kč až do 15- ti milionů eur (můj limit je stanoven do 5mil. Kč. bez DPH, proto si výběrové řízení řeší investor sám).

Je nutné mít veškeré působení na území ČR mimo Prahu (Praha se bere jako movitý kraj), bere se reálné místo podnikání.

Musí být značná úspora, která se doloží čísly a průběžnou spotřebou.

Dotační podpora nesmí být kryta podporou provozních obnovitelných zdrojů.

Prerозdělování dotací je poskytováno malým, středním a velkým podnikům v procentuálním rozsahu.

Malý podnik získá až 50%, střední podnik až 40% a velký podnik až 30%.

Tyto procentuální výměry jsou také poskytovány pro vypracování energetického auditu včetně vynaložených nákladů na výběrová řízení.

Důležitým kritériem je mít majetkové vlastnictví do výše 100 %.

2 Analýza požadavků společnosti

2.1.1 Profil společnosti XYZ, spol. s r.o.

Velkým problémem po roce 1990 byl rozpad zemědělských družstev, řešilo se co s areály, opuštěnými stavbami a pozemky. V Milenově se rozpadlo JZD zhruba v roce 1992. Z celkem 6-ti budov si v průběhu dalších let 4 budovy- z toho jednu administrativní a 3 rozsáhlé haly- koupila společnost XYZ, spol. s r.o. Hranice. Opuštěné budovy chátraly a jejich vlastník musel vytvořit záměr co s nimi, hledal firmy či živnostníky, kterým by haly pronajal.

Firma XYZ, spol. s r.o. působí na trhu od roku 1992. Její hlavní činností je výroba čistíren odpadních vod. Dále se zabývá technologií úpravy vod. Dceřinou společností jsou Strojírny Milenov, které vyrábí veškeré komponenty pro čistírny a úpravný vod. A právě pro tuto společnost zakoupila firma XYZ, spol. s r.o. v Milenově bývalý areál zemědělského družstva. Tato firma v současné době sídlí v hale č.1 a č.3. Postupně do zakoupených budov získala firma další nájemníky.

První žádost o získání energetického auditu vznesla společnost XYZ, spol. s r.o. v roce 2014, byla to žádost o energetický audit celého areálu. Tato žádost byla zamítnuta a dotace z EU nebyla umožněna, firma nesplňovala požadovaná kritéria pro získání dotace.

2.1.2 Vytýčené požadavky na rekonstrukci

Aby firma získala dotaci z EU, potřebuje firma XYZ spol. s r.o. modernizovat a rekonstruovat:

- 1.) Hala č.3 – zateplení budovy, výměna oken a výměna vrat
- 2.) Hala č.2 + administrativní budova – výměna topných plynových jednotek na ohřev vody a cirkulaci (radiátory) za kogenerační jednotky.
- 3.) Výměna osvětlení celého areálu (výpočty nejsou součástí mé diplomové práce)

3 Návrh pasportizace budov za účelem zvýšení konkurenceschopnosti

3.1.1 Výběrové řízení [2]

Na základě požadavků k dotacím z Evropské unie a vytýčených požadavků pro rekonstrukci haly č.3 jsem zjistil, že se budova č.3 bude muset celkově zateplit a dále se budou muset vyměnit nevyhovující okna a zastaralá železná vrata. Proto jsem pro budoucí úpravy stanovil limit do 5-ti milionů korun, což odpovídá kritériím výběrového řízení a pravidlům Ministerstva průmyslu a obchodu.

Do celkové částky, požadované z EU, bude zahrnuta i úprava celého areálu, kromě zateplení budovy č.3 budou výměny kotle v budově č.2 a bude zřízeno osvětlení v celém areálu. Předpokládaný rozpočet firmy vychází okolo 5 000 000,-Kč bez DPH na financování.

Dle postupu pravidel výběru dodavatelů, popř. podle zákona č. 134/2016 Sb. o zadávání veřejných zakázek je stanovena výše hodnoty nižší než 6 000 000,-Kč bez DPH, tak odpadá výběrové řízení pro dodavatele, čímž má firma volnější ruku v rozhodování a může si prováděné investice korigovat.

3.1.2 Sondážní měření haly č.3

Dle původní výkresové dokumentace nebylo možné zjistit skutečný stav struktury zdiva, proto bylo nutné provést sondážní měření.



Obr. 1 Celkový pohled na halu č.3, kde bude prováděno měření, výpočty a návrh zateplení + viz. označené červeně (výměna oken na celé hale (drátové sklo))



Obr. 2 Situační foto pro změření vnější vápno-cementové omítkoviny



Obr. 3 Detailní pohled na dutinu vnějšího zateplení



Obr. 4 Tloušťka vápno-cementové omítkoviny (zaokrouhleno na 25 mm)



Obr. 5 Pohled na roh budovy, ukázka výstupu panelů na vnější části zdi budovy



Obr. 6 Situační foto v interiéru haly č.3



Obr. 7 Umístění vrtu vzhledem k přístupu včetně připojení příklepové vrtačky do sítě (červeně označeno)



Obr. 8 Příklepová vrtačka Makita typ: HR2470 [3]



Obr. 9 Obsah kufríku-příklepová vrtačka Makita HR2470, SDS Vrtáky [3],[4]

Tabulka 1 Parametry produktu [3]

Výrobce	Makita
Typ	kombinovaná
Upínání	? SDS-Plus
Příkon	780 W
Počet úderů	4 500 ú/min
Hmotnost	2.9 kg
Akustický tlak	90 dB(A)
Otáčky na prázdko	1100 ot./min



Obr. 10 Vrták 4 břity SDS pr.12mm, vrtná délka=200mm [4]



Obr. 11 Prováděný sondážní vrt (příklepovou vrtačkou Makita HR2470)



Obr. 12 Měření zápichem posuvného měřítka



Obr. 13 Hloubka vápenné vnitřní omítkoviny (40 mm)



Obr. 14 Provedené hloubkové měření sondou se zaokrouhlením na 150 mm

3.1.3 Realizace měření původní obvodové stěny

Pro zhotovení žádosti o dotační příspěvek v rámci úspor (Inovace v rámci konkurenceschopnosti) bylo provedeno sondážní měření včetně kompletní a poziční fotodokumentace, které budou nutné pro výpočty tepelného odporu a součinitele prostupu tepla.

Do komplexního zateplení budovy musí být přibrán i stav oken a garážových vrat.

Tím, že na budově jsou umístěna stará okna s drátovou výztuhou, což v období 80. let bylo standardem, tak v dnešní době by již tato budova byla hodnocena s vysokou tepelnou ztrátou. Na oknech není řešena žádná izolace, komory, počet vrstev skla a žádná ventilace. Vzhledem k ekonomickému pohledu a jednotvárnosti v rámci celého areálu je vhodné se řídit halou č.2, kde jsou vyměněna okna, která dostatečně splňují požadavky tepelné úspory i ekonomického parametru. Byla použita plastová okna s použitím izolačních dvojskel, kde potřebný koeficient musí mít $K=1,0$.

Zároveň je nutné uvažovat o výměně vrat. Náhradou za ocelová vrata budou využita novodobá garážová vrata s přístupovými dveřmi, kde sendvičovou skladbu tvoří vnější pohledový profilovaný plech, sendvičová výplň a vnitřní pohledový profilovaný plech.

3.1.4 Skladba původní obvodové stěny

Parametry (Hierarchizovaný postup materiálu od vnitřní strany stěny po vnější)

- a.) Sádrová omítka tloušťka 40 mm, $\lambda=0,88$;
- b.) Polystyren EPS tloušťka 110 mm $\lambda=0,040$;
- c.) Panel betonový tloušťka 200 mm $\lambda=1,43$;
- d.) Cemento-vápenná omítka tloušťka 25 mm $\lambda=0,99$

<u>Základní vzorec výpočtu tepelného odporu [5]</u>
$R = R1 + R2 + R3 + R4$
<u>Výpočet tepelného odporu [5]</u>
$= \frac{0,040}{0,880} + \frac{0,110}{0,040} + \frac{0,200}{1,43} + \frac{0,025}{0,990} = 2,96 \frac{m^2 * K}{W}$

Součinitel prostupu tepla

Směr tepelného toku → vodorovným směrem (stěna)

Odpor tepla na vnitřní straně $R_i = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Odpor tepla na vnější straně $R_e = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Výpočet tepelného odporu $R = 2,96 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

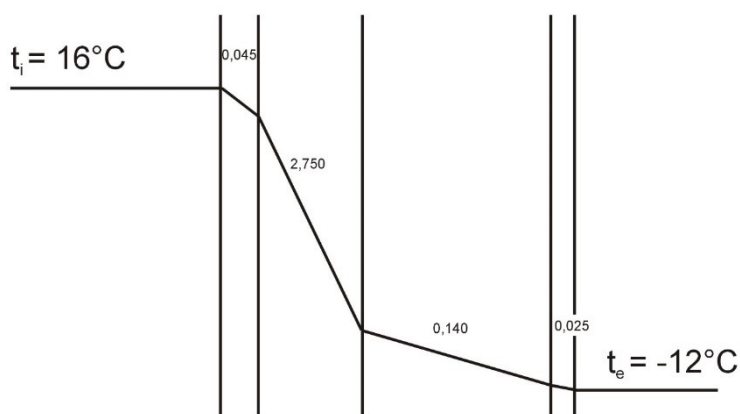
<u>Základní vzorec prostupu tepla [5]</u>
$U = \frac{1}{Rt} = \frac{1}{Ri + R + Re}$
<u>Výpočet</u>
$U = \frac{1}{0,13 + 2,96 + 0,04} = 0,319 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Teplota

Vnitřní teplota (uvnitř budovy) = $t_i = 16^\circ\text{C}$;

Vnější teplota (vně budovy) = $t_e = -12^\circ\text{C}$;

Vnější výsledná teplota t_e se řídí podle okresu Přerov s nadmořskou výškou 212 m.n.m.



Obr. 15 Vizualizace řezu včetně tepelného odporu, hodnot vypočtených pro jednotlivý materiál a prostup

UMÍSTĚNÍ STAVBY



☐ Podle obce Přerov
☒ Podle teplotní oblasti a nadmořské výšky --- vyberat teplotní oblast --- Nadm. výška 212 m n.m.
 Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období θ_{e} -12 °C

PARAMETRY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ



Haly, místnosti s přepážkami
 Návrhová vnitřní teplota v zimním období θ_i 16 °C
 Výpočtová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} 16 °C

TYP KONSTRUKCE



stěna obvodová konstrukce je ve styku se zeminou
 Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} 0.13 m²K/W $\theta_0 = 14.82$ °C

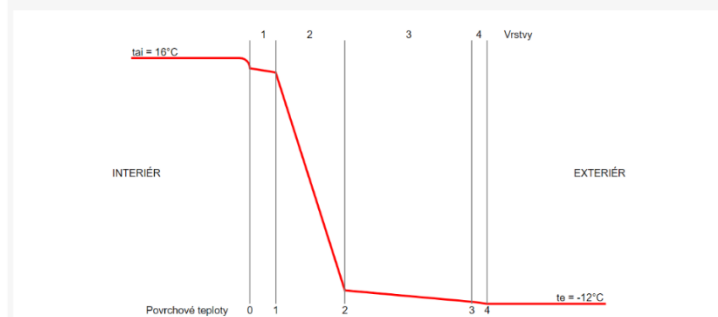
j	Materiál	d [m]	λ_u [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_j [m ² K/W]	θ_j [°C]
1	Omitka vápenná	0,04	0,88	0.045	14.41
2	Pěnový polystyren	0,110	0,04	2.75	-10.5
3	Železobeton	0,200	1,43	0.14	-11.77
4	Omitka vápenocementová	0,025	0,99	0.025	-12

 Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} 0 m²K/W $\theta_e = -12$ °C
[Přidat vrstvu konstrukce](#)

Celková tloušťka konstrukce $d = 0.375$ m

Tepelný odpor konstrukce $R = 2.96$ m²K/W

Graf průběhu teplot v konstrukci



VYHODNOCENÍ KONSTRUKCE



Součinitel prostupu tepla
konstrukce

$$U = 0.32 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

Odpor při prostupu tepla
konstrukce

$$R_T = 3.09 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

dle ČSN 73 0540-4 a ČSN EN ISO 6946

Obr. 16 Ověření výpočtů v programu od společnosti TZB-info [6]

Prováděné výpočty byly podstoupeny kontrolním propočtům na stránkách tzb-info [6].

Z kontrolních výpočtů je viditelné, že se shodují s vypočtenými hodnotami.

3.1.5 Výpočet prostupu tepla obálkou budovy [7]

přípustná $q_{ck} = 0,7 \text{ (Wm}^{-3} \text{ K}^{-1}\text{)}$

Výpočet tepelné ztráty budovy [7]

$$Q_z = V_0 \cdot Q_{cn} \cdot \Delta t \text{ (W)}$$

Kde: V_0 je obestavěný prostor budovy v m^3 ;

Q_{cn} je hodnota celkové tepelné charakteristiky;

Δt je rozdíl teplot v Kelvinech

$K = 276,15$
$t_i = 16 \text{ }^\circ\text{C} = 289,15 \text{ K}$
$t_e = -12 \text{ }^\circ\text{C} = 261,15 \text{ K}$
$t_i - t_e = 16 - (-12) = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ je rozdíl teplot mezi vnější a vnitřní strukturou obálky budovy
$28 \text{ }^\circ\text{C} = 301,15 \text{ K}$

Pro V_0 je dle ČSN 73 40 55/62 stanovena norma takto :

Tabulka 2 Norma dle ČSN 73 40 55/62 pro obestavěný prostor stavby [8]

OP stavby (obestavěný prostor stavby) se rovná součtu obestavěných prostorů suterénu, nadzemních podlaží a podkrovní.

Po stranách je vymezený:

- vnějšími plochami obvodových konstrukcí
- myšlenými obalovými plochami vedenými vnějšími lici sválských nosných konstrukcí (u objektů polooodkrytých)

Dole je vymezený:

- horní úroveň základů včetně izolace

Nahoře je vymezený:

Objekt bez podkrovní:

- úroveň horního povrchu nosné stropní konstrukce nad nejvyšším podlažím

Objekt s podkrovní:

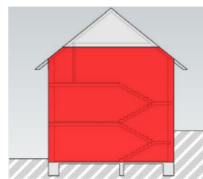
- úroveň spodní plochy podhledu

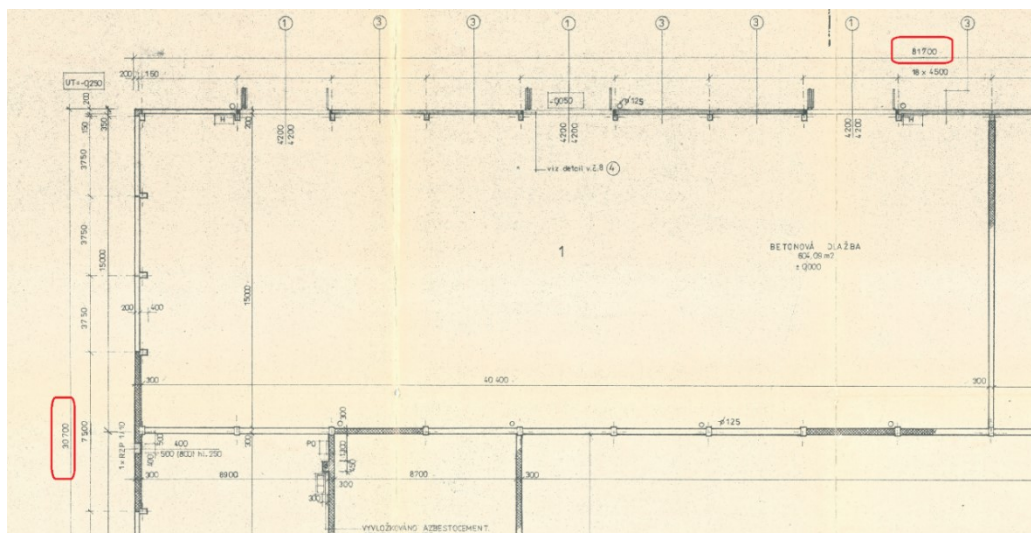
Neodečítají se:

- otvory v obvodových zdech
- lodžie a zapuštěná zádveř
- průduchy a světlíky do 6 m^2 vnitřní půdorysné plochy

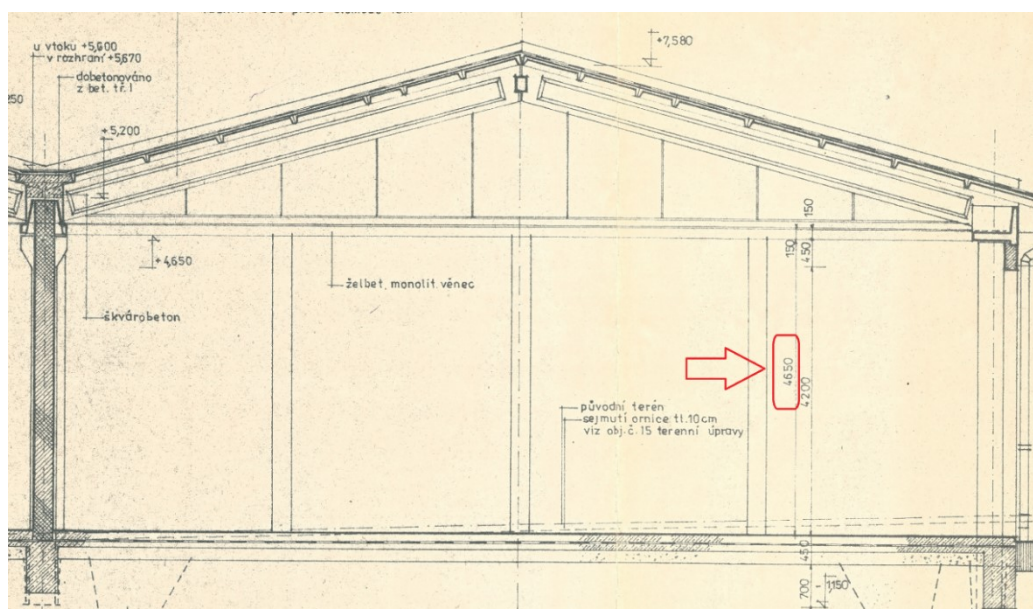
Nezapočítávají se:

- římsy a atiky
- komíny, štitové a požární zdi





Obr. 17 Půdorys haly č.3 (dle původní výkresové dokumentace) [36]



Obr. 18 Výškové parametry haly č.3 (dle původní výkresové dokumentace) [36]

Pro zjednodušené výpočty bylo nutné pominout detaily, kterými by se kompletní výpočty komplikovaly a mohly by přinést pro celkový výpočet časovou a výpočtovou komplikaci. Proto jsem počítal se základními parametry, které jsem uvedl v obr.17 a obr.18.

Podle výškových parametrů jsem hodnotil dle obr.18 částečnou výšku (4650 mm), kde byl proveden přípočet stropu (300 mm) a následně jsem s touto celkovou hodnotou (4950 mm) počítal v propočtech pro výpočet objemu V_0 a A_0 .

Z obr.18 je také čitelná hodnota (450mm), což je tloušťka základu, se kterou se mimo jiné také počítalo pro výpočet hodnoty V_0 . Hodnota A_0 [9] představuje výpočet plochy konstrukce, která chrání počítané prostory pro výpočet konečné tepelné ztráty. Hodnota q_{ck} [9] je standardní hodnota dosazována do celkové charakteristiky haly, q_z [9] je konečná vypočtená hodnota tepelné ztráty, kterou vyžadují.

Tabulka 3 Provedený propočet tepelné ztráty haly č.3 [9]

$A_0 =$	$(81,7 \times 30,7) + ((81,7 + 30,7) / 2) + ((2 \times 81,7) + (2 \times 30,7)) \times 4,95$ = STROP + PODLAHA + STĚNA 2508,19 + 56,2 + 1112,76 = 3677,15 m²
$V_0 =$	$(4,95 \times 81,7 \times 30,7) + (0,45 \times 81,7 \times 30,7) =$ $12,415,55 + 1128,69 = \mathbf{13544,23 \text{ m}^3}$
$A_0 / V_0 =$	$3677,15 / 13544,23 = \mathbf{0,2715}$ $0,7 = q_{ck} \times ((3 \times (0,2715 + 0,1) \times 1,4) / 0,2715) =$ $q_{ck} = ((0,7 \times 0,2715) / (3 \times (0,2715 + 0,1) \times 1,4)) =$ $0,19005 / 1,5603 =$
$q_{ck} =$	$0,1218 \text{ W} \times \text{m}^{-3} \times \text{K}^{-1}$
$q_z =$	$q_{ck} \times \Delta t \times V_0 =$ $0,1218 \times 28 \times 13544,23 = \mathbf{46191,24W}$

3.1.6 Návrh řešení zateplení haly č.3

Z výsledných měření a propočetů jsem získal údaje, podle kterých jsem vytvořil návrh na zateplení haly č.3.

Parametry (Hierarchizovaný postup materiálu od vnitřní strany stěny po vnější)

- Sádrová omítka tloušťka 40 mm, $\lambda=0,88$;
- Polystyren EPS tloušťka 110 mm $\lambda=0,040$;
- Panel betonový tloušťka 200 mm $\lambda=0,149$;

d.) Cemento-vápenná omítka tloušťka 25 mm $\lambda=0,99$;

e.) Isover EPS 150S tloušťka 150 mm $\lambda=0,035$;

f.) Stěrková omítka tloušťka 4 mm $\lambda=0,75$

<u>Základní vzorec výpočtu tepelného odporu [5]</u>
$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6$
<u>Výpočet tepelného odporu [5]</u>
$= \frac{0,040}{0,880} + \frac{0,110}{0,040} + \frac{0,200}{1,43} + \frac{0,025}{0,99} + \frac{0,15}{0,035} + \frac{0,005}{0,75} = 7,253 \frac{m^2 * K}{W}$

Součinitel prostupu tepla

Směr tepelného toku → vodorovným směrem (stěna)

Odpor tepla na vnitřní straně $R_i = 0,13 (m^2 * K) / W$

Odpor tepla na vnější straně $R_e = 0,04 (m^2 * K) / W$

Výpočet tepelného odporu $R = 7,253 (m^2 * K) / W$

<u>Základní vzorec prostupu tepla [5]</u>
$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_i + R + R_e}$
<u>Výpočet</u>
$U = \frac{1}{0,13 + 7,253 + 0,04} = 0,135 \frac{W}{m^2 * K}$

Dle původní projektové dokumentace byla hala pouze garáží pro zemědělské traktory a skladovací halou. Díky odkoupení v 90. letech došlo ke změně statusu haly na výrobní a je zapotřebí, aby se značně eliminovaly ztráty a hala mohla být efektivně využívána.

☐ Podle obce
 Přerov ▼

☒ Podle teplotní oblasti a nadmořské výšky
 --- vybrat teplotní oblast --- ▼

Nadm. výška m n.m.

Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období θ_e °C

PARAMETRY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ



Haly, místnosti s přepážkami ▼

Návrhová vnitřní teplota v zimním období θ_i °C

Výpočtová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} °C

TYP KONSTRUKCE



stěna obvodová ▼
jednoplášťová konstrukce ▼

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} m²K/W $\theta_0 = 15.51$ °C

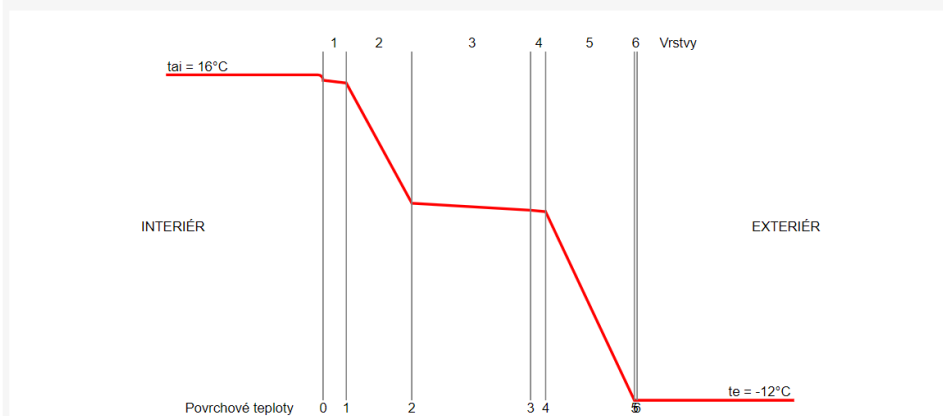
j	Materiál	d [m]	λ_u [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_j [m ² K/W]	θ_j [°C]	
1	Omítka vápenná	<input type="text" value="0,04"/>	<input type="text" value="0,88"/>	0.045	15.34	↓
2	Pěnový polystyren	<input type="text" value="0,110"/>	<input type="text" value="0,04"/>	2.75	4.96	↑ ↓
3	Železobetonp	<input type="text" value="0,200"/>	<input type="text" value="1,43"/>	0.14	4.44	↑ ↓
4	Omítka vápenocementová	<input type="text" value="0,025"/>	<input type="text" value="0,99"/>	0.025	4.34	↑ ↓
5	Isover EPS 150S	<input type="text" value="0,150"/>	<input type="text" value="0,035"/>	4.286	-11.82	↑ ↓
6	Stěrková omítka	<input type="text" value="0,005"/>	<input type="text" value="0,75"/>	0.007	-11.85	↑

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se} m²K/W $\theta_e = -12$ °C

Celková tloušťka konstrukce $d = 0.529$ m

Tepelný odpor konstrukce $R = 7.25$ m²K/W

Graf průběhu teplot v konstrukci



VYHODNOCENÍ KONSTRUKCE



**Součinitel prostupu tepla
konstrukce**

$$U = 0.14 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

**Odpor při prostupu tepla
konstrukce**

$$R_T = 7.38 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

dle ČSN 73 0540-4 a ČSN EN ISO 6946

POROVNÁNÍ S POŽADAVKY ČSN 73 0540-2:2011



Posuzovaná konstrukce

Převažující návrhová vnitřní teplota většiny prostorů v objektu θ_{in} °C

**Součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0.14 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ VYHOVUJE
doporučené hodnotě pro pasivní domy $U_N = 0.24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{\text{rec},20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{\text{pas},20}$
0,30 W.m ⁻² .K ⁻¹	0,25 W.m ⁻² .K ⁻¹	0,18 až 0,12 W.m ⁻² .K ⁻¹

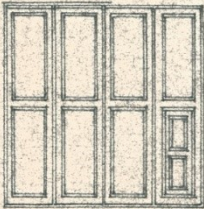


Obr. 19 Provedení kontrolního výpočtu na stránkách TZB-info [6]

Porovnáním vypočtených a ověřených výpočtů zateplení haly č.3 dle (Obr.19 [6]) jsem došel ke shodným správně vypočítaným výsledkům. Z nich lze vyvodit závěr, že sjednocením izolace splní doporučené hodnoty nejen hala č.2, ale i hala č.3, která má dle projektové dokumentace provedenou podobnou strukturu zateplení, která se prováděla před lety. Po ekologické stránce lze predikovat pro halu č.3 značné úspory a nízké tepelné ztráty.

3.1.7 Volba oken

Původní projektová dokumentace oken.

Tabulka 4 Specifikace dle původní projektové dokumentace [36]

znač.	rozměr	znač. dle ČSN, schema, popis	počet ks				poznámka
			přízemí			celkem	
1	4200/4200	 <p>ocel. vrata, skládací, výšková ON 74 66 27 - čtyřkřídlavá s ocel. zárubní z uhlíku s dorazem u prahu otevínavá o 180°</p>	10			10	
2	2400/2400	 <p>ocel. vrata otáčná, výšková ON 74 66 16 s ocel. zárubní z uhlíku s dorazem u prahu</p>	2			2	
3	4500/1800	 <p>ocelové okno pro beztmelé zasklení s dvěma větracími křídly pro beztmelé zasklení</p>	20			20	výrobce Stavokonstrukce
4	4210/4210	<p>vrátový rám pro vrata 4200/4200 ocelový</p>	10			10	detail viz v.č. 8

Mezi rekonstruované části jsem do výpočtů nezahrnul okna. Proto bylo nutné vyřešit problém s původními okny (viz. Tabulka 4), která byla udělaná ze svařeného rámu se zasazeným drátosklem. Dnes je toto řešení nepřipustné vzhledem k velkým tepelným mostům a ztrátám tepla.

Řešení se dá jednoduše nalézt v demontáži původních oken a jejich nahrazením levnější variantou plastových oken s dvojsklem [10], kde je pro splnění kritéria koeficient prostupu tepla $K=1.0$.

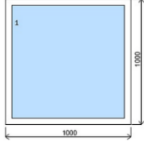
Navrhovaná cena se odvíjí od požadavku investora a je nutné provést výběrové řízení, které poukáže na ekonomičnost a splnění požadavku, který je pro žádost o dotaci velice žádoucí. Pro účel splnění požadavku investora je nutné buď:

- 1.) Provést konzultaci s výrobcem a zvolit dvě trojokna (viz. Obr.22) vedle sebe. To by znamenalo vyšší náchylnost na kroucení rámu, který by se mohl vlivem vnějších podmínek rozpínat a došlo by k rozladění usazení ventilačních rámu, které jsou uchyceny kováním. Tím, že se jedná o plast, tak se jedná o levnější, ale pro účel splnění akceptovatelnou variantou. Původní okna byla bez ventilací a nebyla nutnost za celé období větrat.
- 2.) Vytvořit středovou vyzdívku, kde by se dalo vložit trojokno (viz. Obr.22) separovaně a zamezit tak velkému pnutí, způsobenému vnějšími vlivy s alternativou instalovaného kování pro ventilaci.
- 3.) Provést 2 vyzdívky s možností separace na 3 dvojokna (viz. Obr.21), kde středové dvojokno bude mít instalované kování pro ventilaci a zbylé 2 okna budou bez možnosti ventilace.

Navrhované řešení přináší společnost Oknostyl [10], ale ceny se budou lišit vzhledem ke konkrétní specifikaci investora, vzhledem k druhu zvoleného okna a okenního parapetu. Na cenu bude mít vliv i volba barvy, demontáž, montáž a zapravení resp. kompletní zednické práce.

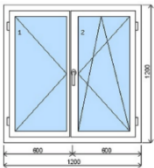
Plastová okna ceník – cena plastová okna fixní

Typ okna: fixní plastové okno (okno s pevným zasklením) Rozměr: 1 000 x 1 000			
	bílá/bílá cena od	dekor/bílá cena od	dekor/dekor cena od
PREMIUM round line s iz. dvojsklem U=1.0	1 238 Kč	1 511 Kč	1 709 Kč
PREMIUM round line s iz. trojsklem U=0.6	1 702 Kč	1 975 Kč	2 173 Kč
REHAU SYNEGO elegance s iz. dvojsklem U=1.0	1 703 Kč	1 908 Kč	2 112 Kč
REHAU SYNEGO elegance s iz. trojsklem U=0.5	2 167 Kč	2 371 Kč	2 576 Kč



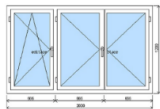
[Odeslat poptávku](#)

Obr. 20 Ceník za fixní plastové okno [10]

Typ okna: dvoukřídle plastové okno bez středového sloupku O+OS Rozměr: 1 200 x 1 200			
	bílá/bílá cena od	dekor/bílá cena od	dekor/dekor cena od
PREMIUM round line s iz. dvojsklem U=1.0	3 229 Kč	3 939 Kč	4 455 Kč
PREMIUM round line s iz. trojsklem U=0.6	3 686 Kč	4 396 Kč	4 913 Kč
REHAU SYNEGO elegance s iz. dvojsklem U=1.0	4 442 Kč	4 975 Kč	5 508 Kč
REHAU SYNEGO elegance s iz. trojsklem U=0.5	4 929 Kč	5 462 Kč	5 995 Kč
			
<div>Odeslat poptávku</div>			

Obr. 21 Ceník dvoukřídleho plastového okna [10]

Plastová okna ceník – cena plastová okna trojkřídle

Typ okna: dvoukřídle plastové okno se sloupkem a štlupem OS+O+O Rozměr: 2 000 x 1 200			
	bílá/bílá cena od	dekor/bílá cena od	dekor/dekor cena od
PREMIUM round line s iz. dvojsklem U=1.0	5 162 Kč	6 298 Kč	7 124 Kč
PREMIUM round line s iz. trojsklem U=0.6	5 959 Kč	7 095 Kč	7 921 Kč
REHAU SYNEGO elegance s iz. dvojsklem U=1.0	7 102 Kč	7 954 Kč	8 807 Kč
REHAU SYNEGO elegance s iz. trojsklem U=0.5	7 943 Kč	8 796 Kč	9 648 Kč
			
<div>Odeslat poptávku</div>			

Obr. 22 Ceník trojkřídleho plastového okna [10]

Na základě požadavku investora na co nejnížší cenu jsem navrhl jako vhodné řešení rozčlenit okna na 3 sekce (viz. Obr.21) s vyzdívkou. Toto doporučení je výhodnější z pohledu ceny, menší náchylnosti na krut, rozpínavost a udržitelnost. Tím, že by se okno muselo vyrábět jako jeden kus, by se nejen celý proces výstavby opozdil, ale také by přinesl značné komplikace s instalací. Provedením vyzdívky by se vyztužil strop a mohla by se využít i trojitá ventilace. V prašném prostředí by to přineslo značné výhody vzhledem k zaměstnancům, kteří tyto prostory využívají.

Společnost Oknostyl [10] jsem zvolil jako nejlevnější alternativu z pohledu nízkých nákladů na výrobu, instalaci, nízkých koeficientů prostupnosti a zednických prací. Výhoda je především v rozlehlosti společnosti v rámci vnitrostátního působení.

3.1.8 Odběrový stav plynu za rok 2019 pro srovnávací období [35]

Pro výpočet úspor plynu v hale č.3 jsem získal výši konkrétní spotřeby v zimním i letním období roku 2019.

Na základě spotřebovaných energií jsem vycházel z technických parametrů teplovzdušných plynových jednotek značky ROBUR typ K45 a srovnal je s reálnou spotřebou v hale č.3 (viz. Tabulka 5, Tabulka 6). Vypočítal jsem spotřebu na jednu hodinu, dále na 8-mi hodinovou pracovní dobu a měsíční spotřebu v zimě i v létě.

Hala č.3–únor 2019 (plyn) [36]

Tabulka 5 Odběrový stav hala č.3 - únor 2019 [35]

SOM	Počáteční stav	Konečný stav	Spotřeba
plyn	43614	45460	1846,0 m³
plyn	32684	33032	348,0 m³
BADEN			
plyn	169050	172847	3797,0 m³

Hala č.3–červen 2019 (plyn) [36]

Tabulka 6 Odběrový stav hala č.3-červen 2019 [35]

SOM	Počáteční stav	Konečný stav	Spotřeba
plyn	45926	45926	0,0 m³
MÁLEK			
plyn	33385	33400	15,0 m³
BADEN			
plyn	177092	177160	68,0 m³

Hala č.3 má zajištěné vytápění v každé místnosti pomocí vytápěcích teplovzdušných plynových jednotek typu K45 (viz. Tabulka 7, [11]) pro průmyslové haly od společnosti ROBUR [11] uchycené na konzolách s topením do prostoru.

Tabulka 7 Základní technické parametry topné jednotky K45 Robur [11]

ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY F1, K

Technické parametry		MJ	F1 21	F1 31	F1 41	K 45	K 60	K 100
Jmenovitý tepelný výkon		kW	21	28	33,8	41,6	55,8	92,0
Jmenovitý tepelný příkon		kW	23,08	30,77	37,15	45	60	100
Elektrický příkon		W	260		400	450	750	900
Účinnost		%	91	91	91	92,5	92,0	92,0
Jmenovitá spotřeba ¹	zemní plyn	m ³ /h	2,43	3,25	3,93	4,76	6,35	10,58
	butan	kg/h	1,8	2,42	2,93	3,55	4,73	7,88
	propan	kg/h	1,78	2,38	2,87	3,50	4,66	7,77
Jmenovitý průtok vzduchu ²		m ³ /h	2 000	2 700	3 400	4000	5350	8250
Hlučnost při vzdálenosti 6 m	ve volném prostoru	dB (A)	41	43	44	48	50	54
	ve standardní instalaci		53	55	56	60	61,5	65,5
Délka proudu vzduchu ³ (zbytková rychlost 1 m/s)		m	14	16	20	25	31	40
Hmotnost		kg	55	59	68	65	75	120

¹ Při 15 °C – 1 013 mbar.

² Při 20 °C – 1 013 mbar.

³ Hodnoty naměřené ve volném prostoru – při konkrétní instalaci může být tato délka větší, než je uvedená vzdálenost. (Závisí na výšce vytápěného prostoru a tepelné izolaci budovy.)

Podrobné technické parametry a detailní rozměry najdete v manuálu řady F1.

Součástí jednotky je přepínač pro letní/zimní provoz s deblukací poruchy včetně 5m kabelu.

CENA ZAHRAJUJE ZÁKLADNÍ PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO MONTÁŽ

	F1 21	F1 31	F1 41	K 45	K 60	K 100
Cena za jednotku (uvedené ceny jsou v Kč a bez DPH)	57 900,-	61 900,-	66 900,-	74 900,-	89 200,-	129 900,-
Cena ROBUR KOMPLET (uvedené ceny jsou v Kč a bez DPH)	28 950,-	30 950,-	33 450,-	37 450,-	44 600,-	64 950,-

Více informací o ROBUR KOMPLET najdete na str. 3

Doporučujeme kontaktovat obchodní oddělení firmy ROBUR s požadavkem na zpracování konkrétní cenové nabídky.

Dle fakturovaného zimního období v **únoru 2019** [35], byl součet hodnot spotřebovaného plynu (pronájem prostor 3 společnostem) (viz. Tabulka 5):

únor 2019: SOM plyn: 1846 m³; Malek plyn: 348 m³; Baden plyn: 3797 m³

Součet hodnot, vycházející z celkové spotřeby za měsíc, kdy se počítá s vytápěním v průběhu pracovních dnů v měsíci (20 dní) s udržovaným topením celých 8 hodin pro teplotu místností s 8-mi topnými jednotkami Robur, vychází spotřeba na jednu topnou jednotku K45: **37,44 m³/8h za 1 pracovní den**, z toho vyplývá spotřeba jednotky **4,68 m³/h**.

Pro ověření ze základní technické tabulky (viz. Tabulka 7) specifikací pro Robur K45, kdy spotřeba na zemní plyn **činní 4,76 m³/h**, při součinu pracovní doby 8-mi hodin, vychází celková spotřeba **38,08 m³/8h**, což je hodnota srovnatelná s korekcí ½ m³, která je způsobena odchylkou v době spínání, popřípadě přestávky.

Denní spotřeba 8 zařízení Robur K45, pro vytápění kompletní haly č.3 během pracovního dne vychází po zaokrouhlení spotřeba plynu na **299,52 m³**.

V období letní sezóny je nutné zajistit temperaturu, vzhledem k starším budovám, které nejsou schopné absorpce tepla zvenku a zajistit dostatečnou akumulaci tepla v místnostech.

Dle fakturace za **červen 2019** [35] byl součet všech hodnot spotřebovaného plynu (viz. Tabulka 6):

*červen 2019: **SOM plyn: 0 m³; Malek plyn: 15 m³; Baden plyn: 68 m³***

Součtem hodnot, vycházejícím z celkové spotřeby za měsíc, kdy počítám s vytápěním během pracovních dnů v měsíci (20 dní) s udržovaným topením **půl hodiny** pro temperaturu místností v každé ze 2 společností (SOM=0m³) s topnými jednotkami Robur K45, během ranních hodin.

Denní spotřeba zařízení Robur K45 pro vytápění kompletní haly č.3, během pracovního dne, vychází po zaokrouhlení na spotřebu plynu na **4,15 m³/h**.

Celková spotřeba plynu pro letní období za červen 2019 vychází na **83 m³**.

Při této spotřebě lze usoudit, že se jednalo o ráno, kdy teploty bývají nízké a stačilo vždy dvěma společnostem k činnosti zhruba půl hodiny na ohřev místností po celý pracovní den.

Z výsledků spotřeby plynu za konkrétní období roku 2019 bude investor počítat po rekonstrukci haly č.3 s úsporami spotřebovaného plynu pro budoucí období.

3.1.9 Sekční garážová vrata [12]

Stávající nevhodná železná vrata jsem navrhl vyměnit za sendvičové dveřní systémy. Z ověřené společnosti Hormann [12], která působí na trhu a má velmi kladné hodnocení, jsem vybral sekční garážová vrata s izolací. Cenová relace odpovídá možnostem zadávací firmy. Z praktického hlediska budou v hale č.3 aplikovány 2 druhy vrat – větší a menší (viz. Tabulka 8).

Tabulka 8 Druhy sekčních vrat Hormann [12]

typ vrat	povrch	rozměr (šířka x výška)	barva	cena bez DPH
sekční vrata LTE 40 (bez izolace)	Woodgrain	2 500 x 2 125 mm	bílé	12 950,- Kč bez DPH
sekční vrata LTE 40 (bez izolace)	Woodgrain	4 500 x 2 125 mm	bílé	25 697,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Woodgrain	2 500 x 2 125 mm	bílé	16 502,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Woodgrain	4 500 x 2 125 mm	bílé	29 415,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Woodgrain	2 500 x 2 125 mm	z 15ti zvýhodněných odstínů	18 870,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Woodgrain	4 500 x 2 125 mm	z 15ti zvýhodněných odstínů	33 670,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Decograin	2 500 x 2 125 mm	z 6ti fólií	20 998,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Decograin	4 500 x 2 125 mm	z 6ti fólií	37 592,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Sandgrain (dříve New Silkgrain)	2 500 x 2 125 mm	bílé	18 815,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Sandgrain (dříve New Silkgrain)	4 500 x 2 125 mm	bílé	33 226,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Sandgrain (dříve New Silkgrain)	2 500 x 2 125 mm	stříbrné, hnědé, antracitové	21 183,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Sandgrain (dříve New Silkgrain)	4 500 x 2 125 mm	stříbrné, hnědé, antracitové	37 481,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Silkgrain, Micrograin	2 500 x 2 125 mm	bílé	20 998,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Silkgrain, Micrograin	4 500 x 2 125 mm	bílé	37 592,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Silkgrain, Micrograin	2 500 x 2 125 mm	z 15ti zvýhodněných odstínů	23 366,- Kč bez DPH
sekční vrata LPU 40 (izolace 42 mm)	Silkgrain, Micrograin	4 500 x 2 125 mm	z 15ti zvýhodněných odstínů	41 847,- Kč bez DPH

Cena vrat obsahuje: kompletní sekční vrata včetně montážního materiálu (pro ruční ovládání nutno dodat kliku za 874,- Kč bez DPH).



Obr. 23 Zámek a skladba materiálu sekce [13]

Dle původní projektové dokumentace haly č.3 byl rozměr vrat stanoven na základě velikosti pro vjezd traktoru, čímž se velikost stala atypickou (4200x4200mm). Veškeré náklady na kusovou výrobu by byly podstatně vyšší, než jsou udávány ceny pro sériově vyráběná sekční vrata s izolací v rozměru ((viz. Tabulka 8) sekční vrata LPU40 4500x2125 [12]). Tím, že se hala pronajímá a potenciál velikosti se u 90% haly č.3 nevyužívá, tak navrhuji rozšíření vratového rámu o požadovaných 300 mm se snížením stropního průjezdu.



Obr. 24 Ocelová vrata haly č.3

Jako druhou alternativu menších vrat, která by byla ekonomičtější a efektivnější, bych navrhoval provedení odstranění starých ocelových vrat včetně rámu, a provedl vyzdívku včetně instalace menšího rámu na sekční vrata viz. (sekční vrata LPU 40 2500x2125 (Tabulka 8 [12])). Jednalo by se o úsporu na nákupu sekčních vrat (úspora 12 916,-Kč), přičemž uspořená cena by kompenzovala zednické práce. Při instalaci menších sekčních vrat by nebyly vysoké úniky tepla a netvořily by se velké tepelné mosty, které by se musely kompenzovat vytápěním.



Obr. 25 Vrata s malým otvorovým vstupem

Třetí alternativa by řešila posledních 10 % zbylých vrat (viz.Obr.24). V této části haly se nachází mořírna, ke které je nezbytně nutné mít velké a vysoké prostupy pro umístění objemných dílů na moření. V tomto případě bych navrhoval volbu výroby sekčních vrat o rozměrech (4200x4200mm) jako atypickou zakázku. Jednalo by se o nákladnější položku, ale je nezbytně nutná.



Obr. 26 Vstup do technické místnosti mořírny



Obr. 27 Vstupy do mořírny (3 vrata)

3.1.10 Osvětlení areálu

V rámci žádosti o dotaci je brán v úvahu celý areál, na který je možnost získat dotace a také zvýšit si tímto krokem konkurenceschopnost pro dané odvětví výroby. Pro oblast elektra a elektrotechniky nemám dostatečné znalosti pro posouzení vhodnosti volby daného osvětlení, ale je nutné je zahrnout do požadavků, i když osvětlení navrhovala dceřiná společnost.

Důvodem výměny je nedostatečné osvětlení areálu včetně neadekvátní spotřeby halogenových lamp, používaných v období 80. let. Je na místě, aby se provedla inovace a úsporná opatření s použitím LED úsporných lamp, které nejen že disponují vyšší svítivostí, ale mají značně nižší spotřebu a delší životnost.



Obr. 28 Halogenové lampy [14]

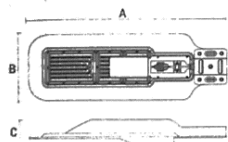
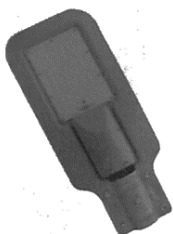
Dle návrhu v dceřiné společnosti vycházeli z možností nabízených LED lamp na trhu [35].

Z vytýčených požadavků vyšla jak cenově, tak i s parametry spotřeby, výkonu a svítivosti LED lampa **Klark 2**, která je vhodná pro venkovní použití, je vyráběná v Polsku společností **Spectrum LED**.

KLARK 2



Profesjonalna oprawa uliczna i parkingowa



Dane techniczne:

Kod	SLI027011NW
Moc	100 W
Prąd	480 mA
Napięcie	230 V
Klasa energetyczna	LED
Zużycie energii	100 kWh/1000h
Częstotliwość	50HZ
Klasa ochrony PP	I
Zasilacz w komplecie	TAK
Strumień świetlny	10800 lm
Skuteczność świetlna	108 lm/W
Temperatura barwowa	4000 K
Barwa światła	NW
Kąt rozsyłu światła	130/80°
RA	>80
Jednolitość barw SDCM max	5
Możliwość ściemniania	NIE
Zakres temperatur pracy	-20 do +40 °C
Trwałość	50000 h
Materiał obudowy	aluminium/Tworzywo sztuczne
IK	06
Klasa szczelności	IP65
Kolor	SZARY
Wymiary (A x B x C)	570x240x110 mm
Otwór montażowy	Ø 57mm mm
Waga	2.88 kg
Do użytku	WEW/ZEW
Sposób montażu	NA SŁUP
Ilość sztuk w opakowaniu zbiorczym	1 szt.
Wade in	PRC
Inne	Dozwolone napięcie pracy 120-260V

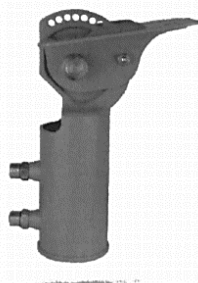
Obr. 29 Parametry nové LED lampy [35]

OPRAWA LED

AKCESORIA



Uchyt słupowy do oprawy Klark 2



Dane techniczne:

Kod	ACC+027010_ADAPTOR
Kąt rozsyłu światła	°
Waga	1.35 kg
Ilość sztuk w opakowaniu zbiorczym	10 szt.

Obr. 30 Úchyt LED lampy [35]

Závěrem lze říci, že řešení osvětlení bude mít převážně charakter plnění bezpečnosti osvětlení areálu. Vzhledem k tomu, že pracovní doba probíhá od 6 -ti do 14:30, využití během pracovní doby lze podchytit v časovém úseku od 6 -ti do 8-mi hod. během zimního období. Pro plnění v rámci dotační žádosti by neměl být problém s uplatněním LED osvětlení (viz. Obr.29, Obr.30), protože se jedná o efektivní a ekonomické využití úsporných opatření.

3.1.11 Hala č.2 + administrativní budova



Obr. 31 Hala č.2 - zásobovací strana



Obr. 32 Vstupní strana pro výrobu a administrativu (hala č.2)



Obr. 33 Výrobní část haly č.2



Obr. 34 Administrativní budova



Obr. 35 Čelní strana administrativní budovy

V hale č.2, která je pronajata jiné společnosti zabývající se strojírenskou výrobou, jsou i administrativní kanceláře. V rámci úsporných opatření pro získání dotace na úsporu energie Výzva V, je důležité zefektivnit vytápění budov, ohřev vody a také získávat jako sekundární zdroj elektrickou energii. Výzva umožňuje zásadní posun pro ekonomickou úsporu ve spotřebě elektřiny a plynu, čímž se nabízí možnost využití kogenerační jednotky za samostatné plynové kotle pro ohřev vody a vytápění budov.

Je důležité si představit pojem kogenerační jednotka a proč se tyto restrikce a opatření zavádějí.

V dnešní době se setkáváme se závratným trendem zvyšujících se cen energií na trhu. Jedná se nejen o plyn, ale hlavně o elektřinu. Sousední státy, hlavně Německo, které je naším hlavním energeticky provázaným partnerem, se snaží o získání vyšší samostatnosti za pomoci obnovitelných zdrojů energie (solární energie, větrné elektrárny, vodní elektrárny, bioplynky). Zde bohužel nastává problém! Evropské unie nárokuje získání nižších emisí, vyšší efektivnost a snižování CO₂ v aglomeračních lokacích, včetně těch industriálních. Z těchto požadavků vyplývá efekt, který nazývám „AHAló efekt“. Prvně nastává již známý Haló efekt, kterým si zkresluje realitu vnímání emisí vyprodukovanými tovární výrobou a provozem automobilů a také spotřebou energie ze zdrojů, které generují elektřinu.

Po detailnějším průzkumu nastává AHA efekt, kterým si ověříme, odkud vlastně zdroje tečou a zda-li je to opravdu takto efektivní cesta, která nám přinese samostatnost a požadovaný výsledek.

Téměř veškerá rozhodnutí Evropské unie ohledně energií považuji za nerozvážná. Těmito restrikcemi obecně poškozují ekonomiky jednotlivých států. Udělat rozbor těchto pokynů by bylo náplní zcela jiné diplomové práce. Abych získal dotaci z Evropské unie, musel jsem se zabývat aplikací kogenerační jednotky.

Proto se zde dostávám k zásadní otázce, která navazuje na moji práci.

Jak moc se nám vyplácí aplikovat kogenerační jednotky a jestli se zadavatelům žádosti o dotaci vyplatí financovat tento projekt.

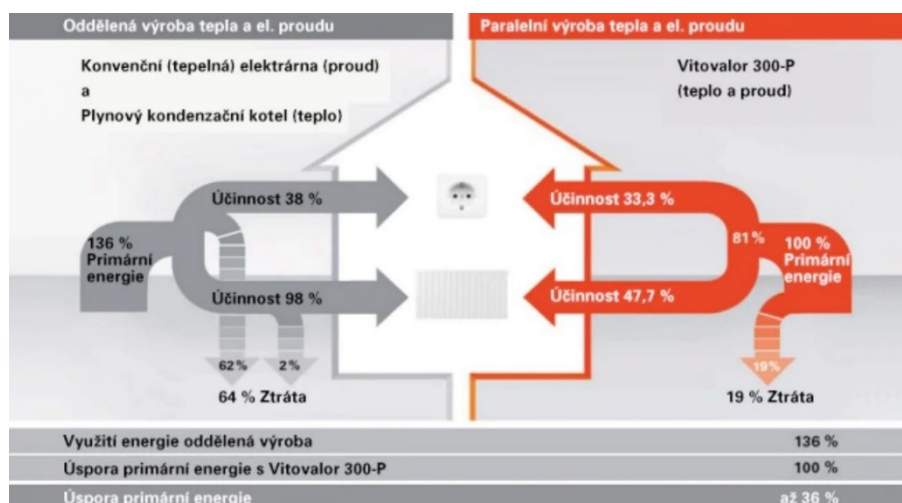
Ve výrobní hale č.2 se za použití kogeneračních jednotek bude nejen vytápět, ale také se bude provádět ohřev vody a bude se vytvářet sekundární zdroj elektrické energie. Díky kogeneračním jednotkám se efektivněji zužitkuje energie a tím pádem budou 1/3 náklady na elektřinu. Veškeré přebytky by se daly kompenzovat prodejem do sítě.

Tím, že se elektřina zdražuje nemalým tempem (v dnešní době jsme někde v rozpětí 1500Kč/MWh), oproti předpokladu, že cena vystřelí až na hranici 3500Kč/MWh během pár let, tak využitím kogenerační jednotky zde přibývá efektivita jak uspořit a stát se ekonomicky konkurenceschopnějšími a také nezávislejšími na zdrojích elektrické energie.

Když se poohlédnu na aktuální spotřebu haly č.2 [36], (data o spotřebě administrativní budovy nejsou k dispozici vzhledem k nákupu budovy v roce 2019) zjistíme, že jsou stejné topné plynové jednotky na ohřev vody a vytápění. Musím počítat převážně s parametry v obdobích největší zimy, což je měsíc leden, kde se protopí a spotřebuje nejvíce plynu.

Tabulka 9 Spotřeby energií v hale č.2 pro měsíc leden 2019 [36]

HALA 2	Leden 2019	Počáteč.stav	Konečný stav	Spotřeba
	ELEKTŘINA HLAVNÍ	34239	35978	1739 kW/h
	ELEKTŘINA NÁJEMCE	33536	34107	571,0 kW/h
	PLYN	95956	98676	2720 m ³
	VODA CELKEM	8709	8779	70 m ³
	TEPLÁ VODA	1328	1345	17,0 m ³



Obr. 36 Využitelnost kogenerační jednotky vůči stávajícímu využití [16]

Kogenerační jednotky jsou nejen efektivnější s nakládáním s energiemi, ale je u nich vysoká šance být soběstačnými a ekologicky šetrnějšími.

Důležitým faktem je změna zařízení kvůli vyšší účinnosti oproti starým kotlům, což přináší zpočátku vyšší náklady, ale s efektivní návratností za nižší fakturované platby za plyn a elektřinu během pár let.

Vybral jsem si společnost Viessmann [16], která je dlouhodobým dodavatelem spotřebičů na trhu a má bohaté zkušenosti s výrobou vytápěcích jednotek pro industriální prostředí s kvalitním a spolehlivým servisem.

Spotřeba haly č.2 přepočtená na 1 pracovní hodinu, při 20-ti pracovních dnech a vytápění 8 hodin denně, tak spotřeba vypadala při stávajícím odběru v lednu 2019 takto:

Elektřina: 14,44 kWh,
Plyn: 17 m³= 173,35 kWh,
Teplá voda: 0,106 m³=1,1183 kWh
<u>Distribuční sazba za m³ / kWh pro halu č.2:</u>
Elektřina: 2,40,-Kč/kWh
Plyn: 7,75,-Kč/m³
Voda: 37,22,-Kč/m³
Dimenzování kotle:
Délka haly: 63,8 m
Šířka haly: 12,17 m
Plocha: 776,5 m ²
Výška: 6 m
Objem:4659 m ³
Spotřeba plynu v m ³ za leden 2019 činní: 2720 m ³

Navrhované řešení využití kogenerační jednotky

Při osmihodinovém spínání po dobu pracovní doby a 20 -ti dní v měsíci by spotřeba vycházela na 17 m³.

$$17 \text{ m}^3 \times 7,754 = 108,556 \text{ Kč při } 85\% \text{ účinnosti.}$$

$$\text{Z toho vyplývá, že } 17 \times 10,55 = 179,35 \text{ kW}$$

Tato spotřeba neodpovídá realitě spotřeby, a proto tento navrhovaný výpočet spínací doby musím zavrhnout.

Podle měsíční spotřeby za leden 2019 pro halu č.2 je pravděpodobné, že spínání vychází na 18 hodin denně, což odpovídá 360 hodinám měsíčního provozu. Spotřeba vychází na 7,55m³/hod. = 79,71 kW výkonu.

Řešení pro kompenzaci přebytků vygenerovaných kogenerační jednotkou nabízí společnost ČEZ výkup elektřiny z decentralních zdrojů. Výkupem se myslí zpětné vložení elektřiny do centrální sítě, kde dle nabízeného tarifu ČEZ ESCO vychází pro kogenerační jednotky pod 100kW za 500,-Kč/MWh [17]. Podmínkou je, že při odběru ze sítě musí být hlavním dodavatelem elektřiny ČEZ.

V případě, že dodavatelem elektřiny je společnost ČEZ, tak odběr elektřiny za leden 2019 u haly č.2 činí 2310kWh. U kogenerační jednotky, která bude v provozu 18 hodin denně se počítá, že rozdělením na pracovní dobu (8 hodin) a mimo pracovní dobu (10 hodin) by se přebytky v období mimo pracovní dobu kompenzovaly sazbou 0,50,-Kč/kWh [17].

Celková denní spotřeba elektřiny činí 115,5 kWh, což odpovídá spotřebě v pracovní době na jednu pracovní hodinu 14,43 kWh.

Spotřeba předimenzované kogenerační jednotky VIESSMANN VITABLOC 200 Typ EM-50/81 vychází na 13,74m³/h. Snížením výkonu na požadovanou hodnotu 60-ti kW výkonu by se odhadem snížila spotřeba plynu o ¼. Výsledná spotřeba kogenerační jednotky by činila 10,305m³/h. Přestože se jedná o vyšší spotřebu plynu u předimenzované kogenerační jednotky o cca ¼, tak musím zahrnout reálnou spotřebu elektřiny v hale č.2, která činila 2310kWh za leden 2019. Protože se veškerých 95% elektřiny spotřebuje během pracovní doby (8 hodin), tak spotřeba elektřiny vychází 13,71kWh, což odpovídá při 75% vytížení kogenerační jednotky (snížený výkon o ¼) na 37,5kW vygenerovaného elektrického výkonu.

Mohu konstatovat, že kogenerační jednotka bude pracovat s přebytkem cca 2/3 elektrického výkonu, který bude putovat do sítě a vykompenzuje tím spotřebu v areálu, popřípadě budou generované přebytky ($23,79\text{kWh} = 11,895\text{,-Kč/h}$) vyplaceny za pracovní dobu ve fakturaci zpět. V případě, že společnost platila za 1MWh odhadem 1700,-Kč vč. DPH, což odpovídá ceně při 95% spotřebované energie během pracovní doby za leden 2019 na 3731,-Kč. Předpoklad pro měsíční spotřebu při 75% výkonu po dobu 18-ti hodin vychází spotřeba plynu předdimenzované kogenerační jednotky na 3711m^3 za 46158,-Kč ($39,15\text{MWh} \times 1179\text{,-Kč/MWh}$). Za leden 2019 vycházela spotřeba plynu na 55 464,-Kč ($47,043\text{MWh} \times 1179\text{,-Kč/MWh}$).

Tabulka 10 Ceník plynu 1.1.2019 [15]

PLYN		smlouva na 3 roky domácnosti a podnikatelé						
ROČNÍ ODBĚR v MWh		OBCHODNÍ ČÁST CENY		DISTRIBUČNÍ ČÁST CENY		CELKOVÁ CENA		VÝPOČET CELKOVÉ ROČNÍ PLATBY ZA PLYN roční spotřeba v MWh x sloupec 5 + 12 x sloupec 6 v případě podnikatelů je nutné k výpočtu přičíst i daň ze zemního plynu (37,03 Kč/30,60 Kč/MWh cena za distribuci plynu (sloupec 3) obsahuje i poplatek za činnost OTE 2,48 Kč (2,05 Kč/MWh)
		1 cena za dodávku plynu Kč/MWh	2 stálá platba Kč/měsíc	3 cena za distribuci plynu Kč/MWh	4 stálá platba Kč/měsíc	5 celková jednotková cena za plyn sloupec 1 + 3 Kč/MWh	6 součet stálých plateb sloupec 2 + 4 Kč/měsíc	
VAŘÍM	do 1,89	966,79 (799,00)	25,41 (21,00)	556,76 (460,13)	81,65 (67,48)	1 523,55 (1 259,13)	107,06 (88,48)	
OHŘÍVÁM VODU	nad 1,89 do 7,56	966,79 (799,00)	59,29 (49,00)	301,88 (249,49)	121,77 (100,64)	1 268,67 (1 048,49)	181,06 (149,54)	
TOPÍM	nad 7,56 do 15	966,79 (799,00)	131,89 (109,00)	275,25 (227,48)	138,45 (114,42)	1 242,04 (1 026,46)	270,34 (223,42)	
	nad 15 do 25	966,79 (799,00)	131,89 (109,00)	251,29 (207,68)	168,18 (138,99)	1 218,08 (1 006,59)	300,07 (247,99)	
	nad 25 do 45	966,79 (799,00)	131,89 (109,00)	216,59 (179,00)	240,14 (198,46)	1 183,38 (978,00)	372,03 (307,46)	
	nad 45 do 63	966,79 (799,00)	131,89 (109,00)	174,93 (144,57)	395,73 (327,05)	1 141,72 (943,57)	527,62 (436,05)	

Zhodnocením výsledků vychází úspora za plyn 9306,-Kč za měsíc. Když přičtu ušetřených 3731,-Kč za elektřinu + vyplacený přebytek 1903,-Kč v pracovní době a mimo pracovní dobu + 3700,-Kč, vychází měsíční úspora za leden na 18640,-Kč při použití předdimenzované kogenerační jednotky.

Výhoda předdimenzované kogenerační jednotky tkví ve vysoké úspoře plynu při 75 % výkonu. Ve srovnávacím období (leden) hala č.2 uspoří až 7,893MWh plynu, což odpovídá v přepočtu 749m³. Druhá výhoda předdimenzované kogenerační jednotky je v soběstačnosti spotřeby elektrické energie, kterou si vyrobí spolehlivě sama při 75% výkonu. Zbylé přebytky elektrické energie se dají prodat do sítě. Jako další výhodu vidím předdimenzovanou kogenerační jednotku, která nepojede po celou svou životnost na maximum, čímž se zvýší životnost kogenerační jednotky a sníží se náchylnost na rozbití součástek.

Jako **nevýhodu** vidím v tom, že pokud bude jedna kogenerační jednotka v hale č.2 a přestala by fungovat, tak hala č.2 by byla odstavena z důvodu nefunkčního vytápění a bez možnosti soběstačnosti na elektrické energii, kterou by musela brát za draho ze sítě.

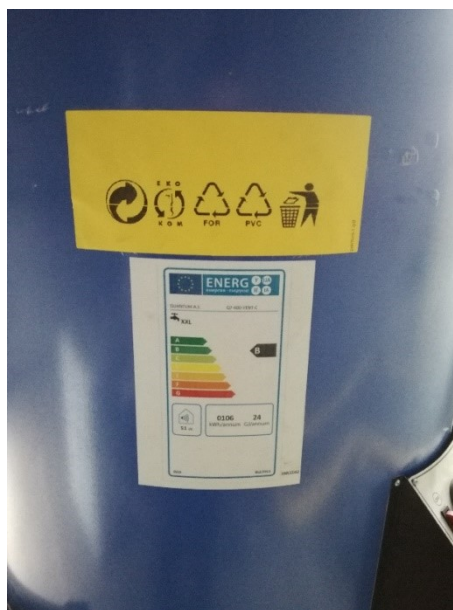
Jako druhou nevýhodu vidím vysokou vstupní cenu (1.900.000,-Kč bez DPH) za předimenzovanou kogenerační jednotku. V portfoliu společnosti VIESSMANN chybí 60 -ti kW kogenerační jednotka, která by pro halu č.2 stačila.

3.1.12 Stávající řešení v hale č.2

Stávající řešení vytápění je realizováno pomocí plynových topných jednotek Leiber na ohřev vody.



Obr. 37 Plynový zásobníkový ohřívač vody Quantum



Obr. 38 Energetický štítek plynového zásobníkového ohřívače vody Quantum



Obr. 39 Regulační deska plynového zásobníku ohřívače vody Quantum



Obr. 40 Technický štítek pro plynový zásobníkový ohřívač vody Quantum



Obr. 41 Plynový ohřev topení v hale č.2 Leiber (kotle)- usazení v kotelně



Obr. 42 Plynový ohřev rozvodného topení v hale č.2 Leiber (samostatné foto kotle)- foto čelní strana



Obr. 43 Přívodní potrubí plynu do plynových ohřivačů Leiber (kotle)

3.1.13 Návrh kogenerační jednotky [18]

U kogenerační jednotky, kterou nabízí ve svém širokém portfoliu společnost Viessmann, nacházím 2 alternativní možnosti pro konkrétní aplikaci. První alternativa nabízí kogenerační jednotku, která by byla poddimenzovaná, ale i přesto by generovala přebytky elektrické energie. Jedná se o kogenerační jednotku **Viessmann VITABLOC 200 Typ EM-20/39 s integrovanou kondenzační technikou [18]**.



Obr. 44 Kogenerační jednotka VIESSMANN VITABLOC 200 typ EM-20/39 [18]

Dle typu lze určit, kolik kogenerační jednotka bude generovat elektrického a tepelného výkonu.

Specifikace kogenerační jednotky [19]

Elektrický výkon: 20kW
Tepelný výkon: 39kW
Spotřeba plynu: $62\text{kW} = 62/10,55 = 5,87\text{m}^3/\text{h}$
Účinnost: 94,9%

Druhá alternativa [20] nabízí kogenerační jednotku s přebytkem výkonu včetně vytvořené elektřiny a tepla. Jedná se o kogenerační jednotku Viessmann Vitabloc 200 Typ EM-50/81 [20].



Obr. 45 Kogenerační jednotka VISSMANN VITABLOC 200 Typ EM-50/81 [20]

Specifikace kogenerační jednotky [21]

Elektrický výkon: 50 kW
Tepelný výkon: 81 kW
Spotřeba plynu: 145kW = 145/10,55= 13,74m³/h
Účinnost: 90,3%

Přestože kogenerační jednotka bude vykazovat vysoké přebytky, které se budou muset vracet do sítě, tak vzhledem k velikosti haly o ploše 776,5m² bude jednotka dostačující viz. (Tabulka 10) .

Tabulka 11 Orientační výkon kotle dle plochy a objemu [22]

Obytná plocha prostoru	Objem prostoru	Orientační výkon kotle
112 m2	300 m3	9 kW
187 m2	500 m3	15 kW
250 m2	666 m3	20 kW
300 m2	800 m3	24 kW
375 m2	1 000 m3	30 kW
537 m2	1 433 m3	43 kW
750 m2	2 000 m3	60 kW

Vzhledem k tomu, že společnost VISSMANN nenabízí v sortimentu alternativu výkonu 60kW, tak je vhodnější vzít vyšší řadu, resp. VISSMANN VITABLOC 200: Typ EM-50/81 [20],[21], která dokáže při 2/3 výkonu zajistit potřeby haly č.2.

4 Zhodnocení výsledků pro vytvoření energetického auditu

Konečné propočty a výsledky pro získání energetického auditu pro halu č.3, halu č.2 a administrativní budovu. Z výsledných rozpočtových tabulek lze vyčíslit náklady na zhotovení projektu pro celý areál firmy XYZ, spol. s r.o.. Stanovením odhadu pro úsporu spotřebovaného plynu po zhotovení vychází v rozpětí třetiny až poloviny jako značná úspora. Díky úspoře lze přisuzovat zvýšení konkurenceschopnosti ve výrobní oblasti.

Tabulka 12 Projekt – rozpočet haly č.3 [23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34]

Rozpočet pro halu č.3 + vstupní parametry		
Celková plocha obálky budovy	543,36	m ²
Plocha vrat	106,25	m ²
Plocha oken	86,4	m ²
Celková plocha pro obložení	351	m²
Odhadovaná cena zednických prací - zateplení fasády	400	Kč/m ²
Celková cena za obložení haly č.3	140284	Kč
Odhadovaná cena za začišťovací práce + doplňkové práce	50	Kč/mb
Celková cena cca 100m	5000	Kč
Celkový počet oken	60	ks
Cena za 1 dvoukřídlé okno PREMIUM round line od společnosti Oknostyl	3229	Kč
Cena za 60ks dvoukřídlých oken PREMIUM round line od společnosti Oknostyl	193740	Kč
Orientační cena vnějšího parapetu	140,4	Kč/1ks
Celková orientační cena vnějších parapetů	8424	Kč/60ks
Orientační cena vnitřního parapetu	242,4	Kč/1ks
Celková orientační cena vnitřních parapetů	14544	Kč/60ks
Cena sekčních garážových vrat Hormann LPU40 4500x2125	29415	Kč/1ks
Orientační cena sekčních garážových vrat Hormann LPU40 4500x2125 za 10ks	294150	Kč/10ks
Cena sekčních garážových vrat Hormann LPU 40 2500x2125	12916	Kč/1ks
Orientační cena sekčních garážových vrat Hormann LPU 40 2500x2125 za 2ks	25832	Kč/2ks
Orientační cena za m ² polystyren EPS 150	246,22	Kč
Celková orientační cena za polystyren + rezerva 10m²	88852	Kč
Orientační cena stěrkovací lepidlo (1pytel= 5m ²) SAKRET SAKtherm	152,92	Kč
Počet pytlů pro lepení polystyrenu	70	ks
Orientační cena za SAKRET SAKtherm pro obložení	10726	Kč
Počet pytlů pro 2 vrstvy stěrkování plochy (1pytel=10m ²)	35	ks
Orientační cena za SAKRET SAKtherm pro 2 vrstvy stěrkování plochy	5363	Kč
Celková orientační cena za stěrkovací lepidlo SAKRET SAKtherm	16089	Kč
Parametry perlínky pro stěrkování	50x1	m
Gramáž perlínky	145	g/m ²
Orientační cena za 1 roli perlínky	699	Kč
Počet rolí pro stěrkování bez rezervního přesahu a vnitřních špalet	7	ks
Počet rolí s rezervou včetně špalet	10	ks
Celková orientační cena za perlínku	6990	Kč
Rožky s perlínkou		
Délka rožku s perlínkou	2,5	m
Orientační cena rožku s perlínkou	9,5	Kč/mb
Celkový počet rožků na okna	150	m
Celkový počet rožků na velká vrata	125	m
Celkový počet rožků na malá vrata	7,5	m
Celkový počet metrů + rezerva 20m	302,5	m
Orientační celková cena za rožky	2874	Kč

Délka okenního profilu pro zateplení EKO (začišťovací profil)	2,4 m
Okenní profil pro zateplení EKO (začišťovací profil) orientační cena	38,84 Kč/m
Celkový počet metrů pro okenní rámy	144 m
Počet metrů v 1 balení	70,80,120 m
Celkový počet balení pro zakoupení	(1ks 70m + 1ks 80m)
Orientační celková cena za zakoupené balení	5826 Kč
Orientační cena hloubkové penetrace NANO 10l Den Braven	490 Kč/1ks
Spotřeba na 1m2	0,25 l/m2
Výdatnost na 350m2 plochy + vnitřní špalety (cca 50m2)	100 l
Počet kusů pro penetraci haly č.3	10 ks
Celková orientační cena za hloubkovou penetraci NANO 10l Den Braven	4900 Kč
HPI KEW talířová hmoždinka s plastovým trnem DSH K 10*250mm	6,73 Kč/1ks
Orientační počet kotev na 1m2 plochy	10 ks
Orientační cena za talířovou hmoždinku s plastovým trnem DSH K 10*250mm	23603 Kč
Orientační cena za finální omítku akrylátovou 1,5mm (cena za mat. vč. práce)	225 Kč/m2
Celková orientační cena finální omítky akrylátové 1,5mm (materiál vč. práce) (400m2)	90000 Kč
Lešení	
Montáž lešení	60 Kč/m2
Orientační cena za montáž lešení	21043 Kč
Demontáž lešení	40 Kč/m2
Orientační cena za demontáž lešení	14028 Kč
Denní pronájem duben - červenec	2,5 Kč/m2
Orientační cena za denní pronájem duben - červenec	877 Kč
Montáž sítí	10 Kč/m2
Orientační cena za montáž sítí	3507 Kč
Demontáž sítí	5 Kč/m2
Orientační cena za demontáž sítí	1754 Kč
Pronájem sítí	9 Kč/m2
Orientační cena za pronájem sítí	1578 Kč/14dní
Orientační cena pojízdného lešení (výška podlažky 2,3m, prac. výška 4m, šířka 1,3m)	285 Kč/den
Celková orientační cena pojízdného lešení 6ks	1710 Kč/den
Odhadovaná výpůjční doba 14dní	23940 Kč/14dní

Orientační cena bez rezervy	987834	Kč
Orientační cena s rezervou 200 000,-Kč	1187834	Kč

Tabulka 13 Spotřeba plynu za leden 2019 hala č.3 [35]

HALA 3	
plyn	2100m ³
HALA 3	
plyn	414m ³
HALA 3	
plyn	4640m ³

5 Závěr

Firma XYZ, spol. s r.o. má zájem upravit a zmodernizovat areál, který vlastní a který pronajímá dalším výrobcům. Proto má zájem o získání dotace z EU, a proto mě požádala o vypracování podkladů a zhodnocení úprav hal č.2, 3 a administrativní budovy k získání energetického auditu jako podkladu k žádosti o dotaci z EU.

Nejvíce zanedbaná je hala č.3, kde jsem navrhl pasportizaci budovy (rekonstrukci a zateplení) včetně výměny oken a vrat.

Výsledkem mnou navrhovaných a propočtených úprav by po rekonstrukci došlo k výrazným úsporám. Změnou cyklického spínání termostatů plynových topných jednotek značky ROBUR typ K45 by se spotřeba plynu značně snížila. Mé propočty ukazují úsporu za měsíc leden 29.642,-Kč až 46.463,-Kč.

Dle celkové spotřeby plynu $7154 \text{ m}^3 = 75,475 \text{ MWh}$ za leden 2019 v hale č.3 vychází cena podle ceníku viz. tabulka 9 (propočet jsem provedl odhadem, jelikož hodnota je nadlimitní než udávané limity plynu v tabulce 9) na 88 925,-Kč. Protože se bude hala č.3 rekonstruovat a zateplovat, tak předpokládám, že úspory díky zateplení bude možné přenastavit termostaty všech plynových jednotek značky ROBUR K45. Přenastavením termostatů na cyklické spínání lze snížit spotřebu v rozmezí třetiny až poloviny celkového spotřebovaného plynu, což odpovídá cenové úspoře v rozpětí 29.642,-Kč – 44.463,-Kč za měsíc leden.

Společnost XYZ spol. s r.o. při realizaci rekonstrukce haly č.3 by podle odhadní ceny pro financování (včetně rezervy) zaplatila 1.187.834,-Kč. Při získání 35% dotace z EU by firma zaplatila 772.092,-Kč. V případě že by se jednalo o nadhodnocený kontrakt bez rezervy, tak by společnost zaplatila za rekonstrukci haly č.3 642.092,-Kč.

V tabulce 11 jsem počítal s nejvyššími cenami za materiál a práci, aby se případná kompenzace, která nebyla zahrnuta do rozpočtu (logistika – přeprava) mohla financovat případnými úsporami vzhledem k velkému odběru materiálu.

Pro již dříve upravenou halu č.2 a administrativní budovu jsem navrhl změnu vytápění u obou budov a úpravu čerpání elektrické energie za pomoci kogeneračních jednotek značky VIESSMANN. Podle propočtů by u obou objektů byla úspora celkem 37.280,-Kč vzhledem k výměně starých plynových kotlů značky Leiber za kogenerační jednotky.

Zhodnocením výsledků vychází úspora za plyn 9306,-Kč za měsíc. Když přičtu ušetřených 3731,-Kč za elektřinu + vyplacený přebytek 1903,-Kč v pracovní době a mimo pracovní dobu + 3700,-Kč, vychází měsíční úspora za leden na 18640,-Kč při použití předimenzované kogenerační jednotky (za obě budovy celkem 37.280,-Kč).

Při kompletní sumaci haly č.2, č.3 a administrativní budovy vychází odhadovaná úspora v celém areálu pro společnost XYZ, spol. s r.o. za plyn a elektřinu od 66.922,-Kč do 81.923,-Kč za měsíc leden. Při propočtu topné sezóny (1/2 roku = 6 měsíců) by odhadovaná úspora vycházela v rozpětí 300.000 – 450.000,-Kč za rok. Musím zohlednit, že nejdražší topné období je během měsíců ledna a února, čímž se spotřeby v následujících letech mohou lišit vzhledem k abnormalitě počasí.

Vynaložené náklady na rekonstrukci areálu by společnost XYZ, spol. s r.o. získala zpět díky úsporám odhadem během 10 -ti let. Delší dobu pro odpis nákladů na celkovou rekonstrukci areálu zapříčinila vysoká cena kogeneračních jednotek.

Společnost XYZ, spol. s r.o. mně stanovila rozpočet na rekonstrukci

5 000 000,-Kč bez DPH. Mnou navrhované úpravy celého areálu by se do této částky vešly. Záleží na rozhodnutí posudku auditora a úřadů přidělujících dotace z EU.

Seznam použité literatury

- [1] Úspory energie – Výzva V. *AGENTURA PRO PODNIKÁNÍ A INOVACE* [online]. Praha [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://www.agentura-api.org/cs/programy-podpory/uspory-energie/uspory-energie-vyzva-v/>
- [2] *PRAVIDLA PRO VÝBĚR DODAVATELŮ A POSTUP DLE PRAVIDEL NEBO ZÁKONA Č. 134/2016 SB., O ZADÁVÁNÍ VEŘEJNÝCH ZAKÁZEK: PRAVIDLA PRO VÝBĚR DODAVATELŮ* [online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky Sekce fondů EU – Řídící orgán OP PIK, 16.10.2019, , 20s. [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/oppik-2014-2020/spolecne-prilohy-dotacnich-programu-op-pik/2019/10/Pravidla-pro-vyber-dodavatele---ucinnost-od-23-10-2019-_1.pdf
- [3] Makita HR2470: Parametry produktu. *Heureka* [online]. [cit. 2019-12-29]. Dostupné z: <https://elektricka-kladiva.heureka.cz/makita-hr2470/specifikace/#section>
- [4] Vrták SDS - plus Makita 4-břit Nemesis 12x200x260mm. *Makita: makita-eshop* [online]. [cit. 2019-12-29]. Dostupné z: <https://www.makita-eshop.cz/vrtackladiva-sds-plus-makita/kombinovane-kladivo-makita-hr2470-24mm-prislusenstvi-zdarma>
- [5] TYWONIAK, Jan. *Pozemní stavitelství VI: pro SPŠ stavební : stavební fyzika, zdravotní nezávadnost a požární bezpečnost staveb* [online]. Praha: Grada, 2014 [cit. 2019-12-09]. Studium (Grada). ISBN 978-802-4751-023. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=hJIwBgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>
- [6] Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci. *Tzbinfo* [online]. 2001, 9.12.2019 [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicestruvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>
- [7] 6. TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU. SVATOŠOVÁ, Ing. Irena. FAST VŠB TUO. *TZB pro FBI (FAST)* [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-fbi/6.html>
- [8] *OBESTAVĚNÝ PROSTOR dle normy ČSN 73 4055* [online]. , 2s. [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/cms-document/get?id=70>
- [9] *Audit energií: Tepelné ztráty objektu* [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <http://www.auditenergi.cz/tepelne-ztraty-objektu>
- [10] Plastová okna ceník, rozměry a kalkulačka. *OKNOSTYL* [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://www.oknostyl.cz/plastova-okna-cenik/>
- [11] *KATALOG PRODUKTŮ A SLUŽEB ROBUR* [online]. 08/2013, , 32s. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/4976913-Katalog-vytapeni-produkty-a-sluzby.html>. Strana 16, řada F1,K.

-
- [12] Ceník sekčních vrat Hörmann. *VRATA POHONY ZÝKA* [online]. [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: <http://www.vrata-pohony.eu/cenik.html>
- [13] Sekční vrata: Zámek sekce, skladba materiálu sekce. In: *PALA CB* [online]. [cit. 2020-02-05]. Dostupné z: <http://www.palacb.cz/produkt-detail/garazova-vrata-sekcni/>
- [14] MACISAAC, Tara a Pavel PORUBIAK. Zvláštní fenomén: Zdá se, že lidé zhasínají pouliční lampy svými těly. In: *THE EPOCH TIMES: Pravda a tradice* [online]. 5.6.2014 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://www2.epochtimes.cz/2014060522140/Zvlastni-fenomen-Zda-se-ze-lide-zhasinaji-poulicni-lampy-svyymi-tely.html>. Image of streetlights via Shutterstock.
- [15] *PLYN: Ceník* [online]. SKUPINA ČEZ. Praha, , 2s. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/plyn-2019/web_cez_plyn_cenik_plyn-na-3-roky-gasnet-122018.pdf. Smlouva na 3 roky domácnosti a podnikatelé, Distribuční území: GasNet, s.r.o. Účinnost obchodních cen od: 1. 2. 2019 Účinnost distribučních cen od: 1. 1. 2019.
- [16] Kogenerační jednotky (KGJ): Úsporná opatření a investice v jednom. *VIESSMANN* [online]. [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/ktery-topny-system/kogeneracni-jednotky-pro-kombinovanou-vyrobu-tepla-a-elektricke-energie.html>
- [17] *SKUPINA ČEZ/PRO PODNIKATELE: Výkup elektřiny z decentralních zdrojů* [online]. [cit. 2020-02-05]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/firmy/cs/vykup-elektřiny-z-decentralnich-zdroju.html>
- [18] VITABLOC 200: Typ EM-20/39. In: *VIESSMANN* [online]. [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/komerční-provozy/kogenerace/kogeneracni-jednotky/vitobloc-200-em2039.html>
- [19] *Technische Beschreibung: VITABLOC 200: Typ EM-20/39* [online (PDF 1 MB)]. VIESSMANN. 04/2019, , 28s. [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/DE/Produkte/Kraft-Waerme-Kopplung/Blockheizkraftwerke/Vitobloc_200_EM-20/Technische_Beschreibung_BHKW_Vitobloc_200_EM-20_39.pdf/_jcr_content/renditions/original.media_file.download_attachment.file/Technische_Beschreibung_BHKW_Vitobloc_200_EM-20_39.pdf
- [20] VITOBLOC 200: Typ EM-50/81. In: *VIESSMANN* [online]. [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/průmysl/kogeneracni-jednotky/kogeneracni-jednotky/vitobloc-200-em5081.html>
-

-
- [21] *Technický popis: VITABLOC 200: Typ EM-50/81* [online (PDF 2 MB)]. VIESSMANN. 01/2015, , 32s. [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: [https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/LTU/Listy/Kogeneracni/5719845-4_technicky_popis_Vitobloc%20200%20EM-50_81%2001-2015_CZ%20\(1\).pdf/_jcr_content/renditions/original.media_file.download_attachment.file/5719845-4_technicky_popis_Vitobloc%20200%20EM-50_81%2001-2015_CZ%20\(1\).pdf](https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/LTU/Listy/Kogeneracni/5719845-4_technicky_popis_Vitobloc%20200%20EM-50_81%2001-2015_CZ%20(1).pdf/_jcr_content/renditions/original.media_file.download_attachment.file/5719845-4_technicky_popis_Vitobloc%20200%20EM-50_81%2001-2015_CZ%20(1).pdf)
- [22] ROJKO, Martin. Jaký výkon kotle zvolit?: Určení výkonu kotle podle plochy a celkového objemu vytápěného prostoru. *Průmyslová ekologie.cz* [online]. 27. 7. 2017 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://www.prumyslovaekologie.cz/info/jaky-vykon-kotle-zvolit->
- [23] Ceník zednických prací 2019 – zdarma. *CeníkŘemesel.cz* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.cenikremesel.cz/zednicke-prace/>. Zateplení fasády 300 až 400 Kč/m².
- [24] SAKRET SAKtherm Lepidlo stěrkovací (25kg/pyt). *KMK Stavebniny & Železářství* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.kmk servis.cz/lepidlo-sterkovaci-saktherm-25kg-pyt>
- [25] Styrotrade polystyren EPS 150: Styrotrade polystyren EPS 150 tl.150 mm. *NEJstavebniny* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.nejstavebniny.cz/styrotrade-polystyren-eps-150/>
- [26] Perlinka 50 x 1 m skelná tkanina 145 g/m². *HORNBACH* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.hornbach.cz/shop/Perlinka-50-x-1-m-skelna-tkanina-145-g-m/5645204/artikl.html>
- [27] ROHOVÁ LIŠTA S PERLINKOU PLAST: 7904/DEL2 délka 2,5m. *Internetové stavebniny* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.internetove-stavebniny.cz/zatepleni-prislusenstvi/rohova-lista-s-perlinkou-plast/>
- [28] Okenní profil pro zateplení EKO: Varianty Okenní profil pro zateplení EKO - 2,4m. *LevnéStavebniny.cz* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.levnestavebniny.cz/okenni-profil-pro-zatepleni-eko-.3075>
- [29] Plechové okenní parapety: Hliníkový parapet plechový Hnědý – šířka 130 mm. *PARAPETY BET System* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <http://www.okenni-parapety.eu/plechove-okenni-parapety>. Vnější plechový parapet, hnědý, hloubka: 130mm, délka: 1200mm, cena: 140,4,-Kč.

- [30] Konfigurator parapetů. *Iparapety.cz* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.iparapety.cz/konfigurator-parapetu/4/?s=1#creator>. Vnitřní plastový parapet, bílý, hloubka: 214mm, délka: 1200mm, cena: 242,4,-Kč.
- [31] Penetrace hloubková 10l Den Braven. *NONSTOPSTAVEBNINY* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.nonstopstavebniny.cz/15673-penetrace-hloubkova-10l-den-braven.html>
- [32] HPI KEW hmoždinka talířová s plastovým trnem DSH K 10*250mm. *STAWEBNINY: DEJ SE DO TOHO* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <http://www.stawebniny.com/hpi-kew-hmozdinka-talirova-s-plastovym-trnem-dsh-k-10250mm/d-105464/>
- [33] Ceník. *FASÁDY, BYTOVÁ JÁDRA, ŠTUKY, SÁDROKARTONY* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <http://www.fasadyrys.wbs.cz/Cenik.html>. FINÁLNÍ OMÍTKA 1,5MM, AKRYLÁTOVÁ225KČ ZA M2 CENA S MATERIÁLEM A PRACÍ.
- [34] Ceník půjčovny lešení. *Chládek FCH s.r.o. - Půjčovna lešení* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <http://www.chladekfch.cz/cenik-pujcovny-leseni/>

Podklady společnosti XYZ, spol. s r.o. (výkresová dokumentace budov, projektové dokumentace a fakturace elektřiny, plynu a vody)